

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-244975

(43) 公開日 平成4年(1992)9月1日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 R 31/26	G	8411-2G		
19/00	A	9016-2G		
H 0 1 L 21/66	Y	7013-4M		

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平3-10535

(22) 出願日 平成3年(1991)1月31日

(71) 出願人 000005843

松下電子工業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 米島 領弥

大阪府門真市大字門真1006番地松下電子工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 森本 義弘

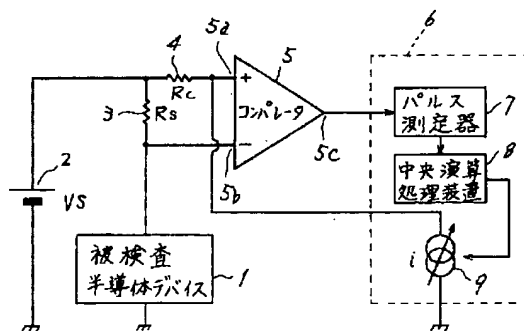
(54) 【発明の名称】 半導体デバイスの検査装置および検査方法

(57) 【要約】

【目的】 スパイク電流のピーク値を求めるのに、パルス幅が0になる点を、複数の任意のパルス幅を基にして演算により求めるようにし、短時間でスパイク電流を検出する。

【構成】 スパイク電流量（電圧）とスパイク電流量に対応した比較電流値に相当する比較電圧とを比較するコンパレータ5の比較電圧入力端子に、電源2を比較電圧設定用抵抗4を介して接続するとともに定電流源9を接続し、この比較電圧を定電流源9と比較電圧設定用抵抗4で得るようにした。そしてスパイク電流のピーク値を求めるには、定電流源9を変化してコンパレータ5出力から得る複数の任意のパルス幅を基にして直線近似方式による演算によって求める。

【効果】 電流検出用抵抗3、比較電圧設定用抵抗4、定電流源9の絶対精度のみによって正確に、また上記演算によって短時間に検査できる。



- 2 ... 電源
- 3 ... 電流検出抵抗
- 4 ... 比較電圧設定用抵抗
- 6 ... 半導体測定装置
- 9 ... 定電流源

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電源の一方が電流検出抵抗と比較電圧設定用抵抗の一方にそれぞれ接続され、前記電源の他方は接地され、前記電流検出抵抗の他方が被検査半導体デバイスの電源端子に接続されるとともにコンパレータの一方の入力端子に接続され、さらに、前記比較電圧設定用抵抗の他方が前記コンパレータの他方の入力端子に接続されるとともに定電流源を介して接地され、前記コンパレータの一方の端子には前記電源から比較電圧設定用抵抗を通して前記定電流源に流れる電流により比較電圧が設定され、さらに前記被検査半導体デバイスの電源端子より検出されるスパイク電流と比較され、その結果がコンパレータ出力端子にパルスとして出力されるか否かを検知することによりスパイク電流を検査可能にした半導体デバイスの検査装置。

【請求項2】 請求項1記載の検査装置を用い、比較電圧設定用抵抗値あるいは定電流値を異なる任意の値に複数回に分けて設定し、それぞれの測定された出力パルス幅を基準にして中央演算処理装置により演算して前記スパイク電流の深さを求めることを特徴とする半導体デバイスの検査方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体デバイスのスパイク電流の検査装置およびその検査方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 スイッチング素子を内部に含んだ半導体デバイスはその動作の過渡時には回路設計、配置配線上あるいは回路タイミングのずれなどにより電源電流が瞬間的に増加する短絡現象が起こる。この電流を一般にスパイク電流と呼び、これが異常に大きい半導体デバイスは短寿命であるため製造過程の検査によって取り除く必要がある。

【0003】 このスパイク電流を測定するため従来は図3に示すスパイク電流検査装置を用いていた。図3において、電源2は電流検出抵抗3を介して被検査半導体デバイス1の電源端子に接続されており、被検査半導体デバイス1に流れるスパイク電流量は、電流検出抵抗3の抵抗値 $R_s$ によって電圧降下を起こし、電源端子に電圧の変化として現れる。一般に電流検出抵抗3の抵抗値 $R_s$ は、実際の半導体デバイスの動作に近くするため、低い抵抗値が適している。スパイク電流量（電圧）は、コンパレータ5の負入力端子5bに印加され、正入力端子5aに印加された電圧と比較した結果を出力端子5cにパルスとして出力する。

【0004】 このコンパレータ5の入力端子5aには、半導体測定装置6を構成する中央演算処理装置8（制御・演算・判定を行う）によって任意の出力に調整可能な定電圧源10が接続されており、スパイク電流量に対応す

る比較電圧を自由に設定することができる。またコンパレータ5の出力端子5cには、測定値の読み込み可能なパルス測定器7が接続されており、中央演算処理装置8によって出力パルス幅を測定することができる。

【0005】 一般的なスパイク電流の形状は、過渡現象が起こるタイミングのごく早い段階で一番大きな値を示し、後は徐々に定常電流値に戻るくさび型をしているものがほとんどである。このスパイク電流のピーク値を求めるには、定電圧源10による比較電圧を変化させ、その都度パルス測定器7によりパルス幅を測定して行き、パルス幅がちょうど0（ゼロ）になる点を探し出すことによって、スパイク電流のピーク値をそのときの定電圧源10の設定電圧 $v$ から得る方法で行う。

【0006】 図4はコンパレータ5の入出力波形を示す。5aがスパイク電流量に対応した比較電流値に当たる比較電圧、5bがスパイク電流量（電圧）、5cが比較結果のパルス出力である。定電圧源10より設定されるスパイク電流量に対応した比較電流値を $I_{ref}$ 、電源2の電圧を $V_s$ 、定電圧源10による比較電圧を $v$ とすると、 $I_{ref}$ は次式より得られる。

$$【0007】 I_{ref} = (V_s - v) / R_s$$

またスパイク電流のピーク値を $I_{peak}$ とする。図4(a)のように $I_{ref}$ が $I_{peak}$ 以内であるときは、スパイク電流の $I_{ref}$ 値を越える時間が、コンパレータ5の出力端子5cにパルス幅となって現れる。出力パルス幅が測定できるこの段階では $I_{ref} = I_{peak}$ ではありえないので、 $I_{ref}$ の設定を定電圧源10の比較電圧 $v$ を変えることにより変えて行き、出力パルス幅が0（ゼロ）になる点を探し続ける必要がある。

【0008】 図4(b)は $I_{ref} = I_{peak}$ となり、出力端子5c出力パルス幅がちょうど0（ゼロ）になった状態を示す。この時点で次式が成立する。

$$I_{peak} = I_{ref} = (V_s - v) / R_s$$

したがってこの時点の定電圧源10の設定電圧（比較電圧） $v$ よりスパイク電流のピーク値（ $I_{peak}$ ）を求めることができる。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】 しかし前述の従来のスパイク電流検査装置では電流検出抵抗3の抵抗値 $R_s$ の精度は比較的得易いが電源2の電圧 $V_s$ と定電圧源10による比較電圧 $v$ の相対精度を精密に出すことは難しい。特にスパイク電流のピーク値自体通常はごく小さいものであり、電流検出抵抗値 $R_s$ も前述したように低い値が好ましいので、コンパレータ5に入力されるスパイク電流量による電圧の変化もピーク値でせいぜい数百mVにとどまり、電源電圧 $V_s$ の絶対電圧に比べると1/100程度の値になる。またスパイク電流のピーク値を求める分解能もピーク値の1/100程度必要となれば電源2の電圧 $V_s$ と比較電圧 $v$ の相対精度は0.01%程度を必要とする。

【0010】このような高精度を維持するのは両電源装置の経時変化と特に負荷変動による電源2の電圧 $V_s$ の瞬間的な変動を含めると技術的に難しいという欠点がある。また従来のスパイク電流のピーク値を求める方法では、パルス幅が0（ゼロ）になる点を探し出すため、比較電圧を変化した後にパルス幅を測定しその結果を認識し0（ゼロ）でなければもう一度比較電圧を変化しパルス幅を測定する作業をくり返すので必要分解能を高くすればするほどピーク値が求まるまで時間がかかってしまうという欠点もある。

【0011】本発明は、上記問題を解決するもので、パルス幅が0（ゼロ）になる点を複数の任意のパルス幅を基にして演算により求めることにより、短時間で正確にスパイク電流を検査できる検査装置および検査方法を提供することを目的とするものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、本発明の検査装置は、電源の一方は電流検出抵抗と比較電圧設定用抵抗の一方にそれぞれ接続され、前記電源の他方は接地され、前記電流検出抵抗の他方は被検査半導体デバイスの電源端子に接続されるとともにコンパレータの一方の入力端子に接続され、さらに、前記比較電圧設定用抵抗の他方は前記コンパレータの他方の入力端子に接続されるとともに定電流源を介して接地され、前記コンパレータの一方の端子には前記電源から比較電圧設定用抵抗を通して前記定電流源に流れる電流により比較電圧が設定され、さらに前記被検査半導体デバイスの電源端子より検出されるスパイク電流と比較され、その結果がコンパレータ出力端子にパルスとして出力されるか否かを検知することによりスパイク電流を検査できるようにしたものである。

【0013】また、本発明の検査方法は、上記検査装置を用い、比較電圧設定用抵抗値あるいは定電流値を異なる任意の値に複数回に分けて設定し、それぞれの測定された出力パルス幅を基準にして中央演算処理装置により演算して前記スパイク電流の深さを求めるものである。

【0014】

【作用】上記本発明の構成によると、従来は定電圧源で得ていた比較電圧を定電流源と比較電圧設定用抵抗で得ることによって、電源電圧 $V_s$ と定電圧源による設定電圧 $v$ の高い相対精度を必要とせずとも、定電流源の電流値または比較電圧設定用抵抗を調整することによって、任意の分解能を容易に設定することができ、測定精度も電流検出抵抗、比較電圧設定用抵抗、定電流値の絶対精度のみによって決まりそれぞれを調整すればよい。

【0015】また従来スパイク電流のピーク値を求めるのに、パルス幅が0（ゼロ）になる点を探し出すので、時間がかかっていたが、本発明の方法によると複数の任意のポイントのパルス幅を基にして演算によってピーク値を求めるので、短時間で終了することができる。

【0016】

【実施例】以下本発明の一実施例を図面に基づいて説明する。図1は本発明の一実施例の半導体デバイスのスパイク電流検査装置を示すブロック図である。図1において、電源2は電流検出抵抗3を介して被検査半導体デバイス1の電源端子に接続されており、被検査半導体デバイスに流れるスパイク電流量は、電流検出抵抗3の抵抗値 $R_s$ によって電圧降下を起こし、電源端子に電圧の変化として現れる。一般に電流検出抵抗3の抵抗値 $R_s$ は、実際の半導体デバイスの動作に近くするため、低い抵抗値が適している。スパイク電流量（電圧）は、コンパレータ5の負入力端子5bに印加され、正入力端子5aに印加された電圧と比較した結果を出力端子5cにパルスとして出力する。

【0017】コンパレータ5の正入力端子5aには、半導体測定装置6を構成する中央処理装置8（制御・演算・判定を行う）によって任意の出力に調整可能な定電流源9が接続されており、電源2とコンパレータ5の正入力端子5aの間に介装された比較電圧設定用抵抗4の抵抗値 $R_c$ と定電流源9の設定電流値 $i$ によってスパイク電流量に対応する比較電圧を自由に設定することができる。またコンパレータ5の出力端子5cには、測定値の読み込み可能なパルス測定器7が接続されており、中央演算処理装置8によって出力パルス幅を測定をすることができる。

【0018】従来例で述べたように一般的なスパイク電流の形状はくさび型をしているので、このスパイク電流のピーク値を求めるには、定電流源9による比較電圧を複数回に分けて任意の異なる値に変化させ、その都度パルス測定器7によりパルス幅を測定して行き、それぞれのスパイク電流量に対応した比較電流値とパルス幅を基にして直線近似式にあてはめ、パルス幅がちょうど0（ゼロ）になる点を演算で求めることによって、スパイク電流のピーク値を演算結果から得る方法で行う。

【0019】図2にコンパレータ5の入出波形を示す。5aがスパイク電流量に対応した比較電流値に当たる比較電圧、5bがスパイク電流量（電圧）、5cが比較結果のパルス出力である。

【0020】定電流源9より設定されるスパイク電流に対応した比較電流値を $I_{ref}$ とすると $I_{ref}$ 次式より得られる。

$$I_{ref} = (V_s - R_c \cdot i) / R_s$$

またスパイク電流のピーク値を $I_{peak}$ とする。

【0021】まず1回目、図2(a)のように任意の $I_{ref}$ 値の $I_{ref1}$ を設定すると、スパイク電流の $I_{ref1}$ 値を越える時間がコンパレータ5の出力端子5cにパルス幅となって現れる。これを測定し $d1$ とする。次に2回目は図2(b)のように $I_{ref}$ 値を $I_{ref2}$ に変更し同じように測定したときのパルス幅を $d2$ とする。この1回目で2回目の比較電流値 $I_{ref1}$ 、 $I_{ref2}$ とパルス

5

幅  $d_1$ ,  $d_2$  を基にしてパルス幅がちょうど0 (ゼロ) になる点、すなわちスパイク電流のピーク値  $I_{peak}$  は直\*

$$I_{peak} = I_{ref1} + [(I_{ref2} - I_{ref1}) \cdot d_1 / d_1 - d_2]$$

図2の例の場合、測定は2回だけであるが、3回、4回と  $I_{ref}$  を細かく設定して直線近似によって  $I_{peak}$  を求めるようにすればもっと正確に得ることも可能である。

【0023】

【発明の効果】 以上のように本発明によれば、負荷変動による電源電圧の瞬間的な変動や経時変化にも影響されることなく、電流検出用抵抗、比較電圧設定用抵抗、定電流源の定電流値の絶対精度のみによって正確に、また複数の任意のパルス幅を基にして演算によって短時間に半導体デバイスのスパイク電流の検査を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例における半導体デバイスのスパイク電流の検査装置を示すブロック図である。

【図2】 図1の検査装置における各部の信号波形の説明

\*線近似式により次式から求めることができる。

【0022】

図である。

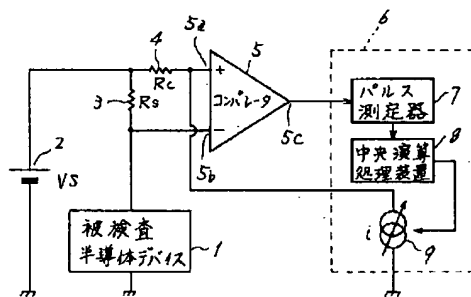
【図3】 従来例における半導体デバイスのスパイク電流の検査装置を示すブロック図である。

【図4】 図3の検査装置における各部の信号波形の説明図である。

【符号の説明】

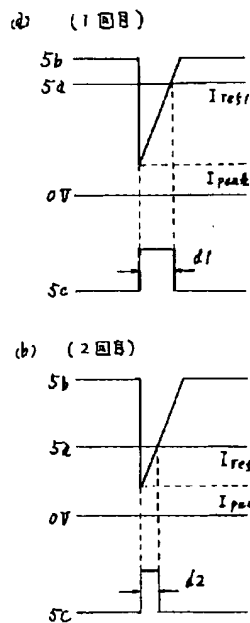
- |    |   |            |
|----|---|------------|
| 10 | 1 | 被検査半導体デバイス |
|    | 2 | 電源         |
|    | 3 | 電流検出抵抗     |
|    | 4 | 比較電圧設定用抵抗  |
|    | 5 | コンパレータ     |
|    | 6 | 半導体測定装置    |
|    | 7 | パルス測定器     |
|    | 8 | 中央演算処理装置   |
|    | 9 | 定電流源       |

【図1】

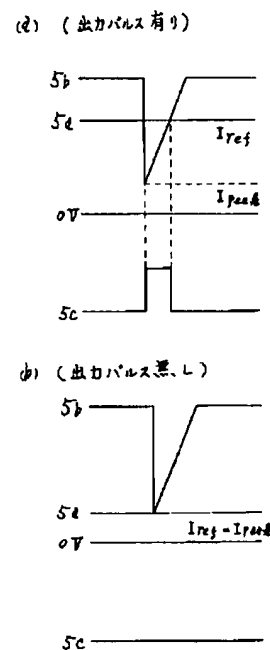


- 2 ... 電源  
3 ... 電流検出抵抗  
4 ... 比較電圧設定用抵抗  
6 ... 半導体測定装置  
9 ... 定電流源

【図2】



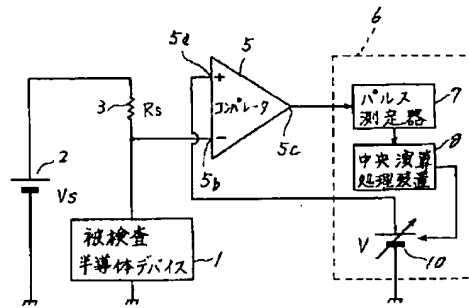
【図3】



(5)

特開平4-244975

【図3】



BEST AVAILABLE COPY